

유아용 과자의 우식유발능에 관한 생체 외 연구

송지현 · 이광희 · 김대업 · 라지영 · 이동진 · 안소연

원광대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

유아기우식증의 식이요인에 관한 연구의 일환으로, 국내외에서 시판되고 있는 4종의 유아용 과자의 우식유발능을 완충능, 산생성능, 탈회능 등의 요인으로 구분하여 생체의 실험을 통해 연구하였다. 국내에서 시판되는 4종의 유아용 과자를 실험군으로 하고, 10% 자당용액과 우유를 대조군으로 하였다. 시료용액 50ml의 pH를 4.0까지 낮추는 데 소모된 0.1N 유산용액의 양으로 완충능을 측정하였고, *Streptococcus mutans* ATCC 25175의 배양액을 접종하여 48시간 배양하기 전과 후에 각각 시료용액의 pH, 시료용액 속에 담근 유치 범랑질 시편의 표면미세경도를 측정하여 산 생성능과 탈회능을 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

유아용 과자의 완충능은 자당용액보다 크고 우유보다 작았으며 유아용 과자간에 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 48시간 배양 후 유아용 과자의 평균 pH는 3.93 ± 0.26 으로서 자당용액의 3.93 ± 0.12 와 유사하였고 우유와는 유의한 차이가 있었으며($p < 0.05$), 유아용 과자 상호간에도 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 배양 전후의 유치 범랑질 표면미세경도의 감소율 차이는 유아용 과자군이 평균 23.02%로 자당용액군의 25.09%와 비슷하였고 우유군의 10.34%보다 유의하게 컸다($p < 0.05$).

국내외 시판 유아용 과자의 우식유발능은 생체의 연구에서 유치의 치아우식증을 유발할 수 있는 기본 조건을 갖추고 있는 것으로 나타났으며, 유아용 과자 상호간에 부분적으로 유의한 차이가 있었다. 유아기우식증의 복합적 발생요인 중에서 식이조절을 조절하기 위하여, 유아용 과자의 우식유발능을 더욱 낮추기 위한 학계와 산업계의 공동 노력이 필요하다고 사료되었다.

주요어 : 유아용 과자, 우식 유발능, 완충능, 산생성능, 표면미세경도

I. 서 론

유아기우식증(ECC, Early Childhood Caries)은 유아기 어린이의 유치열에 발생하는 다발성우식증의 한 형태로 발육 장애가 생기기 쉬운 시기의 어린이에게 동통과 후유증을 초래할 뿐만 아니라 신체적 성장에 악영향을 미칠 수도 있다.

ECC의 위험요인으로는 크게 행동요인과 식이요인, 태아기

와 출생기의 병력과 영양상태, 미생물학적 요인 등이 거론된다. 행동과 식이요인에는 부적절한 우유병 수유습관과 지연된 모유 수유, 불량한 간식습관 등이 있고, 출생기의 병력과 영양상태에는 출생시 저체중과 출산 방법, 범랑질 저형성증 등이 포함된다. 또한 미생물학적 요인에는 *Streptococcus mutans*(*S. mutans*)의 감염시기와 모친으로부터의 감염이 중시되고 있다. 이 외에도 ECC의 예측 요인으로 사회경제적 요인과 유전적 요인 등이 거론된 바 있다¹⁾.

이처럼 다인성 질환인 우식증의 경우 원인 중 하나인 유아기의 잘못된 수유습관이나 구강위생습관 등은 다른 요인에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며 이미 형성된 습관은 쉽게 없어지지 않는다²⁻³⁾. 건강습관과 관련된 식이습관은 성장 및 발육과정 중

교신저자 : 이 광 희

전북 익산시 신용동 344-2

원광대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel: 063-859-2955

E-mail: kwhlee@wonkwang.ac.kr

에 있는 유아들에게 있어 영양학적 측면과 함께 구강건강에 커다란 영향을 미친다. 식이습관은 유아기나 어린이기에서 형성되어 청소년기에 거의 결정되어져 그 이후 성인의 식이습관에 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 따라서 성장과정에 있는 어린이를 대상으로 식이 습관을 올바르게 갖도록 교육하는 것과 함께 식이조절을 통한 자당의 섭취를 제한하도록 하는 일은 매우 중요한데, 이는 이 시기에 해당되는 어린이는 치아우식증을 유발하기 쉬운 우식성 식품을 선호하는 경향이 두드러지기 때문이다⁴⁾. Akpata 등⁵⁾은 우식경험률이 높을수록 자당의 섭취 빈도가 많음을 보고하였으며, Ooshima와 Yoshida⁶⁾는 자당섭취 시 타액분비율이 감소하여 우식증이 증가한다고 보고한 바 있다.

일반적으로 유아는 생후 6개월까지 모유로부터 가장 균형있는 영양을 섭취할 수 있고 그 이후로 이유식의 섭취가 권장되고 있다. 생후 6개월부터 시작하는 유치의 맹출시기는 이유시기와 일치하며, 따라서 이유식은 이 시기에 발생하는 유아기우식증과 밀접한 관계가 있을 가능성이 높다고 할 수 있다. 이유식의 한 종류로 식품업체들이 판매하는 이른바 베이비 푸드의 종류인 '아기과자'는 일반적으로 생후 6개월부터 단계별로 구성되어 섭취하게 되어 있어 ECC의 유발요인 가능성에 대해 고려해 볼 수 있다.

Bowen 등⁷⁾은 쥐를 대상으로 한 실험에서 이유식이 우유보다 높은 우식 유발능을 가지고 있음을 관찰하였고, Erickson 등⁸⁾은 대부분의 이유식이 인체내 치태의 pH를 하강시켰고 일부는 생체외에서 법랑질 탈회를 일으켰다고 보고하였으며, 국내에서는 박 등⁹⁾이 이유식이 유치의 치아우식증을 유발할 수 있는 기본조건을 갖추고 있다고 하였다. Pearce¹⁰⁾는 2~4세 어린이에서 우식성 과자류를 빈번하게 섭취하는 것이 우식을 유발하는 중요한 요인이라고 하였고 송¹¹⁾은 시판 과자류의 우식유발능을 실험하였다. 이와 같이, 이유식의 우식유발능 및 과자류에 관한 연구에 비하여 유아용 과자에 대한 연구는 미미한 실정이다.

이에 유아기우식증의 식이요인에 관한 연구의 일환으로, 국내외에서 시판되고 있는 4종의 유아용 과자를 대상으로 완충능, 산생성능, 탈회능 등의 요인으로 구분하여 생체의 실험을 통해 우식유발능을 알아보고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 법랑질 시편 제작

발거 후 생리식염수에 넣어 냉장보관하였던 유전치 중에서 치아우식증이나 색소, 손상, 부착물이 없는 건전한 상태의 치아를 선택하여, 소와나 열구부위가 포함되지 않은 평활면을 법랑질 표면이 노출되도록 레진피에 매몰하여 법랑질 시편 24개를 제작하였다. 연마기(Metaserv grinder-polisher, Buehler, Germany)로 300grit에서 1200grit까지 순차적으로 연마하였다.

2. 실험용액 제조

국내 및 일본에서 생산되어 시중에서 시판되고 있는 4종의 유아용 과자와 자당용액, 우유로 구성된 6개의 실험용액을 제조하였다.

유아용 과자는 생후 6개월에서 12개월 사이에 섭취하는 제품을 선택하였고 대조군으로서 우유는 100% 국산원유로 130℃ 이상에서 2초간 살균한 S사 제품을 사용하였으며 자당은 10% 수용액으로 제조하여 사용하였다.

3. 우식원균 배양액 제조

Streptococcus mutans ATCC 25175를 brain-heart-infusion broth (Becton Dickinson, France)에 접종하여 37℃로 혐기성 상태에서 48시간, 호기성 상태에서 24시간 배양한 용액을, McFarland nephelometer 탁도 1(*Streptococcus mutans* 1×10⁸ CFU/ml)의 기준에 맞추어 우식원균 배양액을 제조하였다.

4. 완충능 검사

유아용 과자 2.5g을 증류수 50ml에 용해한 용액과 10% 자당용액 50ml, 우유 50ml를 pH 4.0까지 적정하는데 소요된 0.1N 유산 용액의 부피로써 완충능을 측정하였다.

Table 1. Composition of infant confectionaries

Confectionaries	Carbohydrate	Protein	Fat	(g/100g)
오리온 베베	76	7	13	
와코도	91	2	3	
보령 큐피	88.7	2.5	2	
일동 후디스	13	0	0	

5. 산 생성능 검사

유아용 과자 2.5g을 50ml에 용해한 용액과 10% 자당용액 50ml, 유유 50ml의 pH를 pH meter(Digital pH meter, Hanna, Italy)로 측정하였다. 우식원균 배양액을 1ml씩 첨가하고 혐기성 상태에서 48시간 배양한 후 pH meter를 사용하여 최종 pH를 측정하였다.

6. 표면미세경도측정

제작된 유치 시편의 표면미세경도를 미세경도측정기(MHT-10, Anton Parr, Austria)를 사용하여 하중 400g을 5초간 부여하는 조건으로 Vickers(Vickers Hardness Number, VHN) 표면미세경도를 측정하였다. 시편의 중앙 부위를 3회 이상 측정하되, 측정치 간의 차이가 20VHN(Vickers Hardness Number)이상 벌어지는 경우에는 그 이내의 값이 세 개가 될 때까지 반복 측정하였다.

측정된 경도 값의 크기에 따라 시편을 순서대로 나열한 후, 두 개의 대조군과 4개의 실험군까지 차례로 배정하고 다시 거꾸로 배정하는 것을 반복하여 각 군에 시편 4개씩을 배정하였다. SPSS 프로그램의 분산 분석 및 최소 유의차 사후 검정(ANOVA & LSD post hoc test)을 통해, 실험군간 평균치의 차이가 유의하지 않았음을 확인하였다(p>0.05).

유아용 과자와 자당용액, 유유 각각의 50ml에 우식원균 1ml와 유치시편 4개씩 넣은 후 혐기성 상태에서 48시간 배양하고, 배양 후 시편의 표면미세경도를 측정하였다. 실험용액별로 배양 전 표면미세경도와 배양 후 표면미세경도의 차이를 산출하고 배양 전 측정치에 대한 치아의 백분율을 표면미세경도의 감소율로 하였다.

7. 자료 분석

분산 분석(ANOVA)을 통해 군간의 차이를 검정하였고, 최소 유의차 검정법(LSD)으로 사후 검정하였다.

III. 연구성적

1. 완충능검사 성적(Table 2)

10% 자당용액은 유산용액 0.33ml를 적정하였을 때 실험 기준치인 pH 4.0 이하로 하강하였으며, 유유는 유산용액 35ml 적정시 pH 4.0에 도달하였다. 유아용 과자중 후디스의 고유 완충능이 9.4ml로 가장 컸고, 와코도가 0.82ml로 가장 작았으며 유아용 과자간에는 와코도와 큐피의 유의한 차이가 없었으며 나머지 군들간에는 유의한 차이가 있었다.

2. 산 생성능 검사 성적(Table 3)

초기 pH는 자당이 6.3으로 가장 낮았고, 다음이 우유였으며 유아용 과자군은 와코도, 큐피, 베베, 후디스 순으로 높았다. 실험 후 pH는 우유가 4.43으로 가장 높았으며 자당은 3.93이었고, 유아용 과자군 중 후디스만 제외하면 모두 자당보다 낮은 pH를 보였다.

Table 2. Buffering capacity

Group	0.1 N [†] lactic acid*
Infant confectionaries	
오리온 베베	3.00±0.2 ^a
와코도	0.82±0.02 ^b
보령 큐피	1.03±0.02 ^b
일동 후디스	9.4±0.36 ^c
Total	3.56±3.63
Sucrose	0.33±0.01
Milk	35.0

* : amount(ml) to drop the pH of 50ml solution to pH 4.0

† : normality

^a : Mean±SD; N=3

Values within column having the same superscript were not significantly different(p<0.05)

Table 3. Acid production

Group	Initial pH	Final pH*
Infant confectionaries		
오리온 베베	7.03±0.06	3.70±0.00 ^a
와코도	6.83±0.06	3.83±0.06 ^a
보령 큐피	6.90±0.00	3.83±0.06 ^a
일동 후디스	7.57±0.06	4.33±0.06 ^b
Total	7.08±0.30	3.93±0.26
Sucrose	6.30±0.10	3.93±0.12 ^a
Milk	6.50±0.00	4.43±0.46 ^c

* : Incubation at 37°C for 48 hours

^a : Mean±SD; N=3

Values within column having the same superscript were not significantly different(p<0.05)

Table 4. Demineralization of enamel of primary teeth

Group	VHN before Incubation	VHN after* Incubation	VHN Difference	Reduction Rate(%)
Infant confectionaries				
오리온 베베	327.28±32.07	240.19±5.56	87.83±32.16	26.09±7.30 ^a
와코도	327.19±27.81	256.31±35.57	70.88±16.64	21.87±5.84 ^a
보령 큐피	331.10±20.30	207.89±19.51	123.21±7.99	37.29±2.89 ^b
일동 후디스	334.37±14.12	257.49±22.77	76.89±18.68	23.02±5.83 ^a
Total	329.98±22.18	240.47±29.43	79.40±32.79	23.95±9.48
Sucrose	326.54±35.60	242.71±6.51	83.83±32.16	25.09±7.34 ^a
Milk	331.65±37.27	297.15±31.56	34.50±11.31	10.34±2.66 ^c

* : Incubation at 37°C for 48 hours

^a : Mean ± SD; N=3

Values within column having the same superscript were not significantly different(p<0.05)

3. 표면미세경도측정검사 성적(Table 4)

치아 시편의 배양 전 표면미세경도는 327.28 VHN부터 331.65 VHN까지 분포하였고, 배양 후 표면미세경도는 207.89 VHN부터 297.15 VHN까지 분포하였다. 배양 전 표면미세경도는 구간 평균치의 차이가 유의하지 않았고, 표면미세경도의 감소율은 우유가 10.24%로 유아용 과자군, 자당군과 비교하여 유의하게 작았다.

IV. 총괄 및 고찰

생후 첫 2년 동안 영유아는 우유를 기본으로 하는 음식부터 다른 가족들이 먹는 음식들까지 점차적으로 다양한 음식들을 섭취한다¹²⁻¹³. Fox 등¹²의 연구에 따르면 4~6개월 어린이의 약 10%가 하루에 한번은 디저트, 과자류, 감미 음료를 섭취하고 이러한 음식을 섭취하는 영유아의 비율은 6개월 이후에 급격히 증가한다. 7, 8개월 어린이의 46%, 19에서 24개월이면 거의 모든 어린이인 91%가 이들 중 하루에 최소한 한 가지는 섭취한다. 9개월 이전에 소비하는 대부분의 디저트는 상품화되어있는 베이비푸드 디저트와 영아들을 위해 특별히 판매되는 쿠키들로서 예를 들면, 전분 쿠키, 동물 크래커/쿠키, teething 비스킷 등이 있다.

Fox 등¹²에 따르면 영유아가 섭취하는 음식들은 다른 가족 구성원들이 섭취하는 음식과 같고, 이러한 패턴은 9~11개월에 나타난다고 하였다. Persson 등¹⁴도 생후 12개월 경에 미래의 우식과 연관될 식이 습관이 이미 성립된다고 주장한 바 있으며, 그 중 간식습관은 ECC의 원인으로 자주 논의되고 있다. 특히 설탕을 많이 함유한 우식성 식품을 선호할 경우 우식 위험도가 높아진다는 것은 널리 알려진 사실이다¹⁵⁻¹⁷.

Jose와 King¹⁸은 ECC에 이환된 어린이들은 일반적으로 우유병으로 섭취하는 액상음료 뿐만 아니라 가당 고형음식으로부터의 자당 섭취가 매우 빈번하다고 하였다. 이는 ECC에서 가

장 중요한 우식 위험 요인들이다. 이 연구에서 스낵류의 섭취와 상으로 주는 과자류(sweets)가 우식과 통계학적으로 유의한 상관성이 있다고 하였다. 국내 연구에서 조 등¹⁹은 미취학 아동의 간식 종류에 있어서 빵, 과자의 우식유발능이 높았고 그 다음이 초콜릿, 사탕이었으며 우유, 청량음료, 과일, 채소 순이었다고 보고하였다.

우리 나라에서 시판되고 있는 5개사 15개 제품의 이유식에 대해 한국소비자보호원에서 실시한 당류 함량 시험검사 및 표시 실태에 의하면 시험대상 이유식 15개 전 제품에서 단맛을 내는 성분인 설탕, 포도당, 과당의 세 가지 당류가 9.2%~24.3% 함유되어 있다. 식습관과 음식의 선호도는 아주 어린 시절부터 형성되기 때문에 이유식에 당류를 다량 첨가하여 단맛이 나는 이유식을 주는 것은 일생동안 단 음식을 좋아하게 만들 수 있다²⁰. 본 실험에 사용한 유아용 과자에도 함량은 표기하지 않았지만 모두 자당을 함유하고 있었으며 한 제품을 제외하고 착색료와 보존료, 향료는 사용하지 않았다. 본 실험에서는 유아용 과자를 생산하는 국내 및 일본의 회사제품들 중 같은 재료를 원료로 하는 제품을 실험군으로 선택하였다.

유아기우식증의 유병률은 미국의 경우 Currier와 Glinka²¹가 5.0%, Johnsen과 Schubot²²이 11.0%의 유병율을 보고하였고, 영국에서는 Goose²³가 6.8%, Winter와 Rule²⁴이 8.0%의 유병율을 보고하였다. 일본의 경우 Suzuki 등²⁵은 11.6%, Shimohida 등²⁶은 12.74%의 유병율을 보이는 것으로 보고하였다. 국내에서는 전과 김²⁷이 서울지역의 유치원 아동을 대상으로 한 연구에서 13.4%를 보고하였고, 김²⁸은 서울과 강원도 지역을 대상으로 하여 14.8%의 유병율을 보고하였으며 이²⁹는 익산시 취학전 어린이의 중증 유아기우식증 유병률이 남아에서 27.8%, 여아에서 25%이었다고 보고하였다.

식품의 우식유발능을 검사하는 하나의 완전한 방법은 없으며, 여러 가지 생체 외 연구들과 생체 내 연구들의 결과를 종합하여 평가하는 방법이 현재로서 가장 바람직하다³⁰⁻³¹. 생체 외 연구는 식품의 성분 분석, 치아에 대한 점착도 측정, 법랑질 탈

회 실험, 발효시 산 생성 실험, 인조 구강 연구 등의 분야로 세분된다³²⁾. 어떤 식품의 우식유발능을 규명하고자 할 때 첫 단계로 하게 되는 것은 성분의 분석과 산 생성 실험으로서, 성분의 분석은 식품 중에 발효될 수 있는 탄수화물 성분 특히 자당의 함유 여부와 그 함량을 분석하는 것이고, 산 생성 실험은 타액이나 우식유발균주와 함께 배양할 때 실제로 그 식품이 산을 얼마나 생성하는가를 알아보는 것이다. 다음 단계로 하는 것은 범람질 탈회실험으로서 그 식품에 의해 생성된 산이 실제로 범람질을 얼마나 탈회시키는지 알아보는 것이다. 탄수화물이나 자당이 함유되어 있다 하더라도 반드시 범람질이 탈회되는 것은 아니기 때문에 이러한 단계적 검사가 필요하다³³⁾. 일례로 식품의 고유 완충능이 매우 크면 식품 중의 탄수화물이 발효되어 생성되는 산을 식품 자체가 중화시킬 수 있다³¹⁾.

타액의 완충능은 숙주의 치아우식증에 대한 감수성에 있어서 중요한 변인의 하나로서 Ericsson³⁴⁾은 타액의 완충작용을 화학적으로 조사 보고하였고 Marshall³⁵⁾은 타액이 가지고 있는 중화 능력을 치아우식증과 관련시켜 연구 보고하였다. 한편 Katz 등³⁶⁾은 식품의 고유 완충능 역시 구강 내에서 타액과 치태의 완충능에 영향을 줄 수 있으므로, 본 연구에서 식품의 고유 완충능을 조사하였다. 이 연구에서 pH를 4.0까지 적정하는데 소요되는 0.1N 유산 용액의 부피로서 완충능을 측정하였는데, Larsen 등³⁷⁾은 비자극성 타액의 완충능을 측정하기 위해 pH 3.0까지 적정하였고, 송¹¹⁾도 시판 과자류의 고유 및 타액 내 pH 완충능, 산 발효능에 관한 연구에서 시료 1.0g과 증류수를 혼합해 제작한 10ml의 용액을 pH 3.0까지 적정하였으며, 고³⁸⁾는 한국 전통 간식류의 완충능을 pH 3.0까지 적정하는데 소요된 0.1N 유산용액의 양으로 측정하였다. 본 연구에서는 허 등³¹⁾의 연구, 박 등⁹⁾의 연구에 준하여 2.5g의 시료를 증류수 50ml에 용해한 용액을 대상으로 pH 4.0까지 적정하였다. 시료 용액의 고유 pH가 중성에 가까웠고 임상적으로 문제가 되는 치태의 pH의 하강은 pH 5.5~5.0미만이기 때문에 pH 4.0까지만 적정하였다.

유아용 과자군의 완충능은 평균 3.56ml로 자당 0.33ml보다 높으나 우유 35ml보다 낮은 수치를 보였다. 유아용 과자군 중 가장 큰 완충능은 9.4ml로 후디스가 가장 크고 와코도가 0.82ml로 가장 낮았으며, 와코도와 큐피를 제외하고 각 유아용 과자간에 완충능의 차이가 유의하였다. 완충능에 있어서는 현재 같은 실험 조건하에서 규명된 기준치가 없으므로 절대평가는 할 수 없으나, 비슷한 실험 조건에서 시행한 박 등⁹⁾의 이유식의 완충능실험에서 자당 0.1ml이하, 우유 35ml 이상, 이유식 평균 완충능 13.16ml와 비교할 때 상대적으로 유아용 과자의 완충능이 낮았다. 또한 실험군 내 완충능이 0.82ml에서 9.4ml로 변이가 큰 것은 본 연구에서는 여러 '베이비 푸드' 회사의 특정 제품을 선정하여 비교 실험하였기 때문이며 이를 제조회사의 특성으로 간주하지는 않았다.

Newbrun³⁹⁾은 단당류와 이당류 등의 감미가 있는 탄수화물을 당분으로 지칭하여 식품의 성분 중에서 당분의 함량이 15-

20%를 초과할 때 우식 유발능이 있다고 결론지은 바 있었으나, 송¹¹⁾은 다당류도 일정한 시간 이상 구강내에 저류될 경우에는 치아를 탈회시키기에 충분한 양의 산을 생산할 수 있으므로 당분의 함량이나 탄수화물의 함량보다도 궁극적인 산 생성능으로 측정함이 더 타당하다고 하였다.

유아용 과자 자체의 pH는 후디스를 제외하고는 중성 내지 약 산성이었으며, 자당 및 우유보다 pH가 높았다. 48시간 배양 후에는 유아용 과자의 평균 pH가 3.93으로 자당과 유사하고 우유보다 낮았다. 실험 결과 연구대상 유아용 과자 모두가 범람질 탈회가 일어날 수 있는 pH 5.0이하로 하강하였고 적절한 조건이 주어진다면 치아를 탈회시킬 수 있는 충분한 산을 생성할 수 있음을 의미한다. 유아용 과자군의 실험 후 pH가 와코도와 큐피를 제외하고 유의한 차이를 보였으나 본 실험에서는 모두 범람질 탈회를 일으킬 수 있는 pH 5.0이하로 하강하였으므로 유의성은 의미가 없다. 액체 배지에서 *S. mutans*는 18시간 내에 최종 pH 3.4에 도달하나⁴⁰⁾, 본 실험에서 10% 자당용액의 경우 48시간 배양 후 pH가 3.93인 바와 같이 증식과 대사에 필요한 영양조건이 충분히 갖추어져 있지 않을 때에는 산 생성의 속도가 느려진다. 따라서, 구강 내에서는 섭취 후 수분에서 수 시간까지의 산 생성이 주로 문제가 되고 치태 pH의 측정 실험에서는 섭취 후 30분까지의 변화를 주로 추적하나, 저자는 연구대상식품에 의한 총 산생성량을 알기 위하여 배양시간을 길게 부여하였다. 또한 구강 내 세균과는 달리 증식용 BHI broth에서 배양된 *S. mutans*는 산 생성을 활발히 하기 전에 적응 기간을 필요로 하기 때문에 타액을 접종하는 경우보다 배양 시간을 길게 하였다³¹⁾.

치아 시편의 배양 전 미세경도는 326.54 VHN에서 334.3 VHN까지 분포하였고 배양후 미세경도는 207.89 VHN에서 297.15 VHN까지 분포하였다. 배양 전후의 차이는 34.50 VHN부터 123.21 VHN이었다. 이처럼 배양 전의 표면미세경도가 비교적 균일하였음에도 배양 전후의 표면미세경도의 편차가 큰 것은 실험에 사용된 유치의 시편이 탈락기에 임박해 발거한 치아가 대부분이어서, 발거되기 전에 노출된 환경이 실험에 작용된 것으로 사료된다⁹⁾. 실험군의 표면미세경도 감소율 평균은 우유가 10.34%로 유의하게 작았고 실험군은 자당의 25.09%와 유사한 23.95%였다. 유아용 과자가 10% 자당에 비해 표면 미세경도 감소율은 낮으나 중요한 것은 정성적으로 탈회가 발생하였다는 사실 자체이며, 이것은 이 식품들이 구강 내에서 범람질의 탈회를 일으킬 수 있는 기본적 조건을 가지고 있음을 의미한다고 사료된다.

요약하면 국내외에서 시판되고 있는 유아용 과자를 대상으로 한 생체 외 실험에서 유아용 과자는 고유 완충능이 비교적 낮았으며, *S. mutans*에 의한 산 생성과 치아 범람질 탈회의 측면에서 유아와 어린이들의 치아 우식증을

유발할 수 있는 기본 조건을 갖추고 있는 것으로 나타났으며, 유아기 우식증을 예방하기 위하여 유아용 과자의 우식 유발능을 감소시키기 위한 각계의 노력이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

유아기우식증을 예방하기 위한 연구의 일환으로 유아용 과자의 우식유발능을 생체의 방법으로 연구하였다. 국내에서 시판되는 4종의 유아용 과자를 실험군으로 하고, 10% 자당용액과 우유를 대조군으로 하였다. 시료용액 50ml의 pH를 4.0까지 낮추는 데 소모된 0.1N 유산용액의 양으로 완충능을 측정하였고, *Streptococcus mutans* ATCC 25175의 배양액을 접종하여 48시간 배양하기 전과 후에 각각 시료용액의 pH, 시료용액 속에 담긴 유치 법랑질 시편의 표면미세경도를 측정하여 산 생성능과 탈회능을 평가하였다.

유아용 과자의 완충능은 자당용액보다 크고 우유보다 작았으며 유아용 과자간에 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 48시간 배양 후 유아용 과자의 평균 pH는 3.93±0.26으로서 자당용액의 3.93±0.12와 유사하였고 우유와는 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), 유아용 과자 상호간에도 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 배양 전후의 유치 법랑질 표면미세경도의 감소율 차이는 유아용 과자군이 평균 23.02%로 자당용액군의 25.09%와 비슷하였고 우유군의 10.34%보다 유의하게 컸다(p<0.05).

국내의 시판 유아용 과자의 우식 유발능은 생체의 연구에서 유치의 치아우식증을 유발할 수 있는 기본 조건을 갖추고 있는 것으로 나타났으며, 유아용 과자 상호간에 부분적으로 유의한 차이가 있었다. 유아기 우식증의 복합적 발생요인 중에서 식이 조절을 조절하기 위하여, 유아용 과자의 우식 유발능을 더욱 낮추기 위한 학계와 산업계의 공동 노력이 필요하다고 사료되었다.

참고문헌

1. Ayhan H, Suskan E, Yildirim S : The effect of nursing or rampant caries on height, body weight, and head circumference. *J Clin Pediatr Dent*, 20:209-212, 1996.
2. Hallonsten AL, Wendt LK, Mejare I, et al. : Dental caries and prolonged breast-feeding in 18-month-old Swedish children. *Int J Paediatr Dent*, 5:149-55, 1995.
3. Tsubouchi J, Higashi T, Shimono T, et al. : A study of baby bottle tooth decay and risk factors for 18-month old infants in rural Japan. *ASDC J Dent Child*, 61:293-8, 1994.
4. 김재곤, 전철완, 이두철 등 : 어린이의 식이습관과 치아우식발생과의 상관관계에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 28:271-280, 2001.
5. Akapata ES, Al-Shammery AR, Saeed HI : Dental caries, sugar consumption and restorative dental care in 12-13-year-old children in Riyadh, Saudi

- Arabia. *Community Dent Oral Epidemiol*, 20:343-346, 1992.
6. Ooshima T, Yoshida T : Effects of hyposalivation on the oral microflora or rats fed sucrose or wheat flour diets. *Caries Res*, 26:124-131, 1992.
7. Bowen WH, Pearson SK, Rosalen PL, et al. : Assessing the cariogenic potential of some infant formulas, milk, and sugar solutions. *J Am Dent Assoc*, 128:865-871, 1997.
8. Erickson PR, McClintock KL, LaFleur J : Estimation of the caries-related risk associated with infant formulas. *Pediatr Dent*, 20:395-403, 1998.
9. 박득희, 이광희, 김대업 : 이유식의 우식유발능에 관한 생체의 연구. *대한소아치과학회지*, 27:32-39, 2000.
10. Pearce EIF : A comparison of the cariogenicity of two infant snack foods. *Aust Dent J*, 34:240-4, 1989.
11. 송재익 : 시판과자류의 고유 및 타액내 pH 완충능, 산 발효능. *원광대학교대학원 치의학과 석사학위논문*, 1986.
12. Fox MK, Pac SP, Devaney B, et al. : Feeding Infants and toddlers study: What foods are infants and toddlers eating? *J Am Diet Assoc*, Jan;106:S107-23, 2006.
13. Briefel RR, Reidy K, Karwe V, et al. : Toddlers' transition to table foods: Impact on nutrient intakes and food patterns. *J Am Diet Assoc*, Jan;104:s38-44, 2004.
14. Persson LA, Holm AK, Arvidsson S, et al. : Infant feeding and dental caries : a longitudinal study of Swedish children *Dentistry*. *Swed Dent J*, 2:279-286, 1980.
15. Rosenblatt A, Zarzar P : The prevalence of early childhood caries in 12-to 36-month-old children in recif, Brazil. *ASDC J Dent Child*, 69:319-24, 236, 2002.
16. Francisco J, Scott L, James Ellison, et al. Assesment of early childhood caries and diatry habits in a population of migrant Hispanic children in Stockton. California. *ASDC J Dent Child*, Nov-Dec;66:395-403, 1999.
17. Milgram P, Riedy CA, Weinstein P : Dental caries and its relationship to bacterial infection, hypoplasia, diet, and oral hygiene in 6- to 36-month-old children. *Community Dent Oral Epidemiol*, 28:295-306, 2000.
18. Jose B, King NM: Early childhood caries lesion in preschool children in kerala, India. *Pediatr Dent*,

- 25:594-600, 2003.
19. 조선아, 이광희, 김대업 : 미취학아동의 우식활성과 구강위생습관의 상관성에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 24:247-264, 1997.
 20. 김성호, 조계란 : 이유식류의 문제점 및 대책. 한국소비자보호원, 1999.
 21. Currier GF, Glinka MP : The prevalence of nursing bottle caries syndrome in an inner city fluoridated community. Virginia Dent J, 54:9-11, 1977.
 22. Johnsen DC, Schubot DB : Caries patterns in Head start children in fluoridated community. J Public Health Dent, 44:61-6, 1984.
 23. Goose DH : Infant feeding and caries of incisors. Caries Research, 1:167-73, 1967.
 24. Winter GB, Rule DC : The prevalence of dental caries in preschool children age 1 to 4 years. Br Dent J, 130:271-277, 1971.
 25. Suzuki Y, Inoue M, Yoneyama M, et al. : Relation between incidence of caries and feeding in young children. Jpn J Ped Dent, 14:308-314, 1976.
 26. Shimohida M, Futatsuki T, Ogata T, et al. : Study to predict the cariogenicity at 3 years of age with the use of dental health parameters at 18 months of age. Shoni-Shikagaku-zasshi, 29: 707-719, 1991.
 27. 전현철, 김종철 : 유치원아동의 우유병우식증 유발률에 관한 보고. 대한소아치과학회지, 21:153-157, 1994.
 28. 김종철 : 유치원 및 어린이집 아동의 우유병우식증에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 25:483-492, 1998.
 29. 이광희 : 익산시 취학전 어린이의 중증 유아기 우식증 유행률과 위험요인. 대한소아치과학회지, 30:678-683, 2003.
 30. Curzon ME, Pollard MA : Integration of methods for determining the acido/cariogenic potential of foods: a comparison of several different methods. Caries Res, 30:126-31, 1996.
 31. 허용욱, 김석중, 이광희 : 이유식과 아침식사용 씨리얼의 고유 완충능, *Streptococcus mutans*에 의한 산 생성, 합성 hydroxyapatite의 탈회에 관한 생체의 연구. 원광치의학, 1:167-176, 1990.
 32. Clarkson BH : *In vitro* methods for testing the cariogenic potential of foods. J Dent Res, 65:1516-1519, 1986.
 33. Andlaw RJ : Acid production and enamel decalcification by fermenting foodstuffs. J Dent Res, Nov-Dec:39:1200-9, 1960.
 34. Ericsson Y. : Chemical investigation of the salivary buffering action. Acta Odont. Scand, 17:131-165, 1959.
 35. Marshall JA : The neutralizing power of saliva and its relation to dental caries. Amer J Physiol, 36:260-279, 1915.
 36. Katz S, Olson BL, McDonald JL: Buffering capacity, sugar content and cariogenicity of foods. J Dent Res, 53: abst, 607:206, 1974.
 37. Larsen MJ, Jensen AF, Madsen DM, et al. : Individual variations of pH, buffer capacity, and concentrations of calcium and phosphate in unstimulated whole saliva. Arch Oral Biol, 44:111-117, 1999.
 38. 고석담 : 한국전통간식류의 pH, 완충능, 타액내 발효시 pH하강도, 타액내 산생성능에 관한 실험적 연구. 원광대학교 대학원 치의학과 석사학위논문, 1987.
 39. Newbrun E : Dietary carbohydrates: Their role in cariogenicity. Med Clin North Am, 63:1069-86, 1979.
 40. McGhee JR, Michalek SM, Cassell GH : Dental Microbiology. Haper & Row, 683, 1982.

Abstract

IN VITRO STUDY OF CARIOGENIC POTENTIAL OF INFANT CONFECTIONARIES

Ji-Hyon Song, Kwang-Hee Lee, Dae-Eup Kim, Ji-Young Ra, Dong-Jin Lee, So-Youn An

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University

The purpose of this study was to assess the cariogenic potential of infant confectionaries. *In vitro*, as compared with 10% sucrose solution and whole bovine milk. Buffering capability were determined by amount of 0.1N lactic acid consumed to titrate the 50ml specimen solutions to pH 4.0. The pH of the specimen solution inoculated by *streptococcus mutans* was measured by pH meter and the surface microhardness tester, before and after 48 hours incubation. The buffering capacity of infant confectionaries was higher than that of sucrose solution and lower than that of milk, and there were significant difference between infant confectionaries($p<0.05$). The pH of infant confectionaries after 48 hours incubation was similar to 10% sucrose solution, and there were significant difference between infant confectionaries and milk($p<0.05$). The microhardness change of primary tooth enamel of infant confectionaries group after 48 hours incubation was similar to that of 10% sucrose solution, and there were significant difference between infant confectionaries and milk($p<0.05$).

In conclusion, infant confectionaries seemed to have the ability to cause dental caries in primary teeth, and there were significant differences of cariogenic potential among infant confectionaries. Cooperative efforts of dentistry and manufacturers to reduce the cariogenic potential of infant confectionaries would be necessary to prevent the early childhood caries in children.

Key words : Infant confectionary, Cariogenic potential, Buffering capability, Acid production, Microhardness